

## Riktlinjer för reparation av glasfiberarmerade plastlaminat

### Innehåll

1. Förord
2. Allmänna förutsättningar
3. Reparationsmetoder
  - 3.1 Klassificering av reparation
  - 3.2 Reparationsmateriel och hjälpmedel
    - 3.2.1 Glasfiberväv och plast
    - 3.2.2 Förberedelse av reparabla delar
    - 3.2.3 Täckfolie och tärningar
    - 3.2.4 Släppmedel
  - 3.3 Reparationsteknik
    - 3.3.1 Reparation klass I
    - 3.3.2 Reparation klass 2
    - 3.3.3 Reparation klass 3
    - 3.3.4 Reparation klass 4
    - 3.3.5 Faslängder

### 1. Förord

Reparation av glasfiberarmerade plastlaminat fordrar icke enbart skicklighet utan även kunskap om materiel, noggrannhet, övning i materialval och dess sammansättning för att de reparerade delarna åter skall erhålla den för godkännandet fastställda hållfastheten.

Det är av denna anledning nödvändigt att kontrollera kunskaperna i utförande av reparationer och även i vissa fall koppla arbetet med en besiktning.

### 2. Allmänna förutsättningar

All materiel för reparation måste vara anpassat för reparationer. De måste uppfylla normerna från civila resp. militära kontrollinstanser och lagras enligt föreskrifterna.

Reparerade områden får förses med täck- eller skyddsfärg först efter kontrollinspektion.

Konstruktion som våt slipas för att beläggas med färg skall vid behov beläggas med ett helsyntetiskt plastlager för att förhindra slipning i glasfibern och därigenom undvika hållfasthetsförlust.

För att undvika spänningskoncentration skall abrupta tjockleksövergångar undvikas och i görligaste mån skall de hål som upptages vara ovala eller runda. Övergången till oskadade områden skall göras såmjuk som möjligt.

### 3. Reparationsmetoder

Här nedan beskrivna metoder gäller enbart mindre reparationer. Större reparationer får endast utföras hos tillverkare eller godkänd verkstad med behörighet och i enlighet med myndigheternas bestämmelser. Större reparation fordrar ny tillverkningskontroll. Nedan kommer reparationer av sandwichuppbbyggda detaljer att behandlas, då de -beroende på uppbyggnaden- är särskilt svåra att reparera. De beskrivna metoderna kan naturligtvis användas på enkelskalskonstruktioner.

#### 3.1 Klassificering av reparationer

I vissa undantagsfall kan det vara nödvändigt att utföra en tillfällig reparation, för att senare vid verkstad utföra en bättre och större reparation. Dessa reparationer utförs då vid ytskador. Sådana reparationer fordrar tillstånd av besiktningssingenjör/Segelflyget.

Svårigheten vid en reparation består ofta inte av storleken men väl av svårigheten att komma åt. I största utsträckning bör skadade delar demonteras. Det finns möjligheter att reparera tvåskals sandwichkonstruktioner.

Reparationer uppdelas, beroende på storlek och typ, i följande klasser:

**Klass 1.** Stora skador, som erfordrar delvis utbyte av delar, eller utbredda reparationer.

**Klass 2.** Hål eller brott, som t.ex. går rakt igenom sandwichkonstruktionen och har förstört båda laminatskikten; dock i mindre omfattning.

Utlaskat skall de vara i mindre storlek än en handflatas storlek i utbredning.

**Klass 3.** Små hål eller brott i ytterhöljet men inga skador på det inre skiktet.

**Klass 4.** Nötskador, sprickor eller skårar, som icke har med brottet eller genom brottet att göra.

#### 3.2 Reparationsmateriel och hjälpmedel

##### 3.2.1 Glasfiberväv och plast

Vid alla reparationer är det viktigt vid val av typ och sammansättningsmetod att rådfråga tillverkaren eller Segelflyget. Glasfiberväv som används vid reparationen skall uppfylla fordringarna hos originalväven vad gäller glassammansättning, vävning och yta (ytbehandling). Plast och plast/härdare, sammansättningen liksom härdningsproceduren skall uppfylla betingelserna för originallaminatet, såvida icke tillverkaren godkänner andra jämförba-

ra typer/metoder. Avses andra reparationsmetoder skall tillverkaren tillfrågas. Uppmärksammas bör att materiel utan avslutande värmebehandling först efter längre tid (0,5 - 1 månad) får en hållfasthet som i stort sett motsvarar originaldelarna.

### 3.2.2 Förberedelse av delar som skall repareras

Alla skadade delar skall om möjligt demonteras från segelflygplanet och tvättas och torkas. Därefter rengörs delarna med ett lösningsmedel, t.ex. kloroform eller aceton och slipas med sandpapper (komstorlek 60-80).

### 3.2.3 Täckfolie och tätning

Flera plasttyper skall härdas utan lufttillträde och måste därför täckas av folie (gäller speciellt vissa polyesterplaster).

Vidare rekommenderas att i vissa fall täcka arbetsområdet med en folie för att erhålla en yta, som är tillräckligt bra och fri från efterarbete. Eventuellt bör folien kompletteras med lätt tryck från sand säckar edyl. Folien kan vara av PVC, eller cellofan. Den första typen är bättre formbar och lämpar sig för buktiga delar. Den senare uppvisar god värmebeständighet och kan även användas vid värmehärdning. För att fästa folien lämpar sig glasfiberarmerad tejp eller självhäftande band av plast eller papper.

### 3.2.4 Släppmedel

Vid formarbeten måste formen förses med ett bra släppmedel för att undvika vidhäftning vid reparationsmateriele. Som släppmedel kan t.ex. vax eller polyvinylalkohollösning användas.

### 3.3 Reparationsteknik.

#### 3.3.1 Reparations klass 1

Skador av stor omfattning eller högt påkända delar, som är bestämmande för luftvärdigheten, får endast repareras hos tillverkaren eller vid godkänd segelflygverkstad.

#### 3.3.2 Reparation klass 2

Skador som går genom båda ytskikten kan repareras enligt följande:

1. De skadade delarna snittas ut i ett ovalt eller runt hål.
2. De skikt som skall repareras slipas ned till angiven fasning 1:40 och repareras enl. anvisning för klass 3 reparation.
3. Vid reparation skall beaktas att undre skiktet stötts med stödmaterial, som i första hand kan borttagas efter reparation. Är motsatta sidan till laminatet ej åtkomligt borttages i stället tillräckligt med distansmaterial i ett ovalt hål för att kunna slipa till erforderlig fasning i inner-skiktet (om detta är tjockare än ett skikt). Därefter inlimmas på undersidan ett stödsikt, som kan utgöras av cellplastmaterial med slutna porer, eller ett tunt laminat.

(Cellplastmaterialet får dock icke vara lösligt i plasten. Försiktighet bör iakttagas med polyesterplast och styropor).

Cellplasten till stödklots skall ha en storlek, som innebär att bredden är mindre än innerhålets längd.

För att uppnå erforderligt tryck kan nylontrådar dras genom cellplasten och spännas på utsidan. När limningen härdat kapas nylontrådarna.

Om stödklotsen ej kan borttagas efter reparation kan den vara kvar, om den är säkert fastlimmad.

Den schematiska arbetsgången framgår av följande bilder medan lamineringsmetodiken framgår i reparation klass 3:

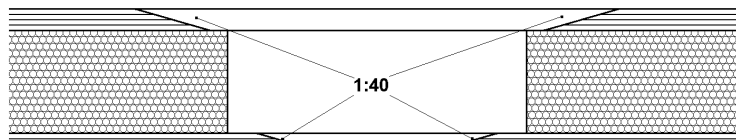
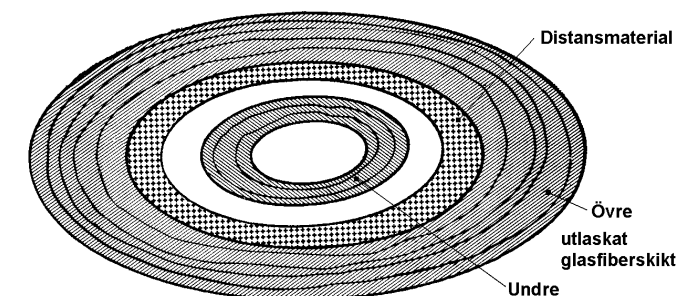


Fig 3.1



Utskärning och fasning av skadade områden.

Fig 3.2

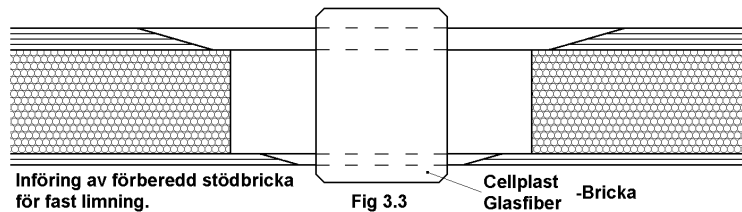


Fig 3.3

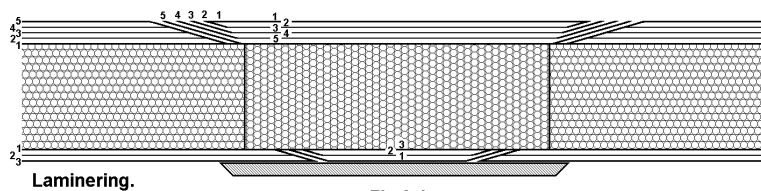


Fig 3.4

4. Nytt distansmaterial inpassas därefter. För typen conticell eller tubus core gäller att vinkelräta kanter får användas.  
För conticell och motsvarande material gäller att porerna fylls med plast utfylld med microbaloon (bornullsflockar) för att få gott fäste. Distansmaterial limmas i såväl laminatet som mot befintligt distansmaterial. För balsaträ gäller att nytt distansträ ilaskas i vinkeln 1:4 i fiberriktning. Längs med fiberriktningen får vinkelrät limning ske. Balsaträ ilaskas med enbart använd plast mot äldre trä och mot laminaten.
5. Det är alltid storleken av skadan i innerskiktet som avgör skadans storlek.
6. Laminaten lagas enl. anvisningarna för klass 3 och klass 4.

### 3.3.3 Reparation klass 3

De skadade ställena i såväl laminat som distansmaterial skall ersättas med runda eller ovala hål. Därvid skall kontrolleras att ej underliggande skikt har skadats eller erhållit tryckskador som medfört delamineringar. Ytskiktet repareras enligt klass 4 reparationer. Glasfiberlaminatet fasas i 1:40. Därefter inpassas ny glasfiberväv på följande sätt:

1. Kontrollera vävplanen på ritning eller genom att skära ut en orienterad bit från laminatet, som därefter eldas. Glasskikten framträder därefter. Kontrollera de vävtyper som använts utifrån och inåt.

2. Skär ut nya runda eller ovala glasfibervävbitar så att det lager glasfiber, som vid reparation skall ligga innerst, dvs. det yttre skiktet i ursprungslaminatet, först skäres ut. Detta skikt skall därvid täcka hela laskarna. Därefter lägges allt mindre vävlager motsvarande en minskning mellan varje vävlager av ca 1-2 cm per lager. Se fig. 3.4.
3. Blanda till plastmassa enligt tillverkarens föreskrifter och stryk på denna på laskarna och alla de ytor, som skall täckas av glasfiber. Lägg därefter på vävlager och "dutta" med en pensel, så att hela skiktet är genomvätt med plast. Obs! Det skall vara precis så mycket plast att väven väts. Lägg därefter på ytterligare lager och "dutta" åter med en pensel med plastmassa. Fortsätt på detta sätt tills alla lager lagts på plats. Se till att alla luftbubblor "duttas" bort.
4. I tillämpliga fall täcks reparationsytan med PVC-folie och överskottsplast och luftblåsor pressas / rullas bort.

### 3.3.4 Reparation klass 4

1. Förslitning, rispor etc. i ytskiktet när laminatet inte påverkats kräver mestadels endast nytt färgskikt. Därvid slipas ytskiktet ned i området som skall målas. Tillse att allt vax borttages.
2. Skadas yttre delen av laminatet tvättas området och ruggas upp med slippapper varefter ett tunt lager fin glasfiberväv plastas in och täcks med folie.

luftblåsor och överskottsplast pressas bort med roller eller för hand. Härdning kan ske kallt eller varmt (värmefläkt) men beakta därvid att ej för hög värme använts.

3. Efter härdning avlägsnas folien och övergången slipas lätt för att en jämn yta skall erhållas.
4. Vid djupare skador slipas skadan ner enl. fig. 3.5 och 3.6. Ny glasfiberväv med motsvarande konturer klipps till. Det yttersta lagret läggs därvid underst och byggs på med allt mindre bitar väv som plastas in enl. moment 3.3.3 moment 3. (Fig. 3.6)  
Efter härdning kan reparation behöva anpassas till ytan varvid lätt slipning utförs.

### 3.3.5 Lasklängd

För tunna material åstadkommes lasklängden genom överlappning. För tjocka laminat åstadkommes lasklängden genom fasning. Som riktlinje kan diagrammet ur MIL HDBK 17 gälla.

Det är begränsat av DVL-Pfi uppmätta medelvärden.

Diagrammet visar resultat gällande lasklängdens inverkan. För provdragning har prov framtagits med olika plastsorter. Vid prov konstaterades att limhållfastheten är beroende av limtyp. (Se särskilt vid lasklängd 1:20).

Man konstaterar att en lasklängd överstigande 1:20 ger ett förhållande mellan lim- och draghållfastheten som överstiger 50 %.

Vid användande av 1:40 erhålls förhållande ca 70-80 % enl. DVL-PFL.

--- Riktlinjerna är utarbetade från Luftfahrt-Bundesamts "Vorläufige Richtlinien für die Reparatur von GFK-Teilen".

4. Entwurf 1.4.1967.

Underlaget bearbetat och anpassat till 1982-års förhållanden.

### Schematisk beskrivning av reparation

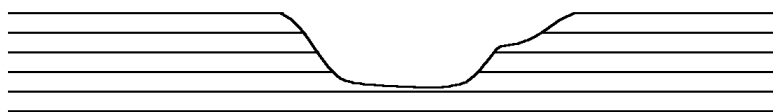


Fig 3.5

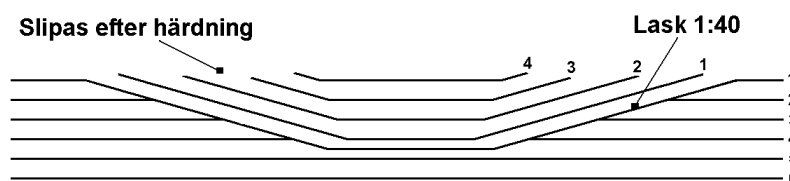
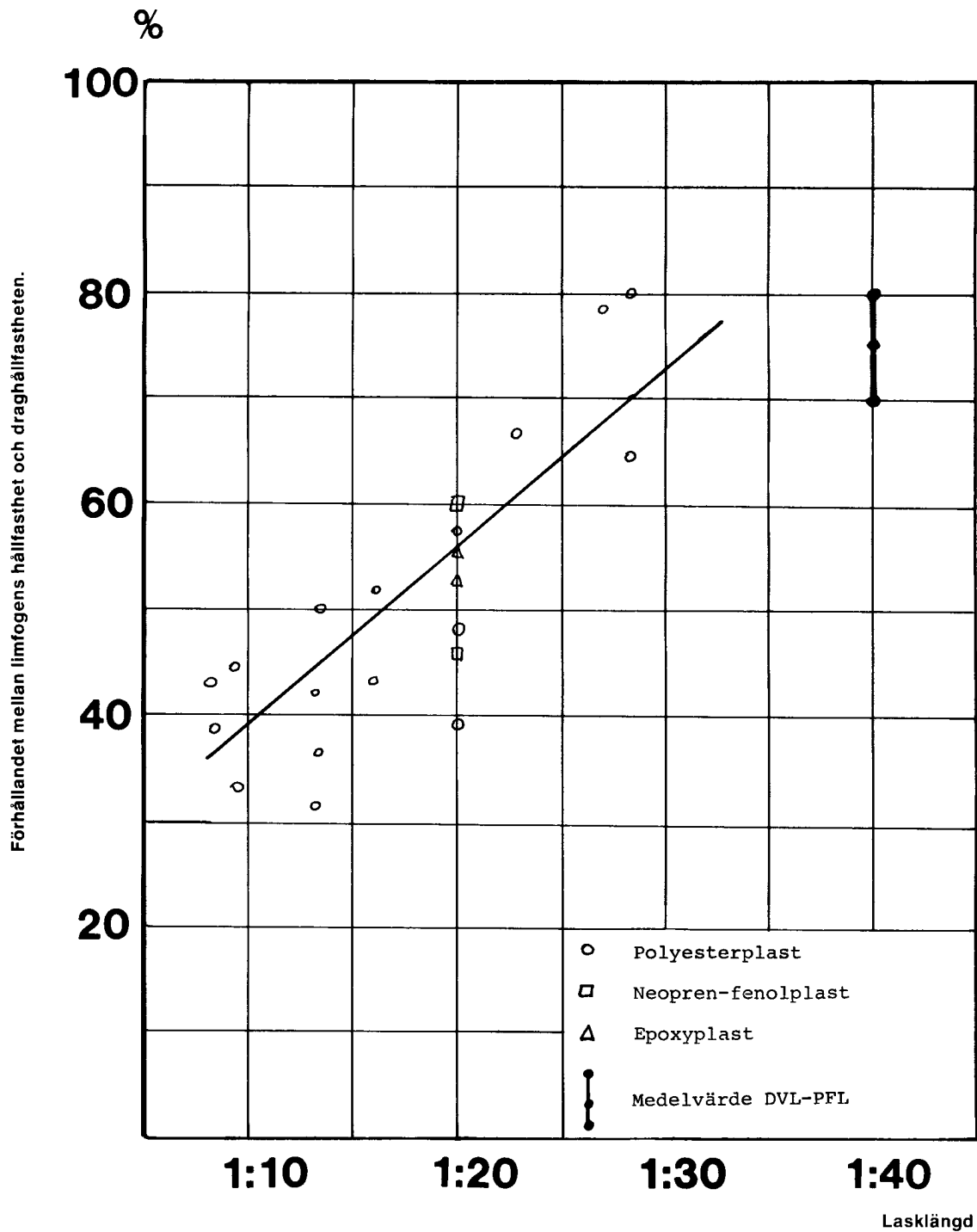


Fig 3.6



Limhållfasthet vid dragbelastning och laskade laminatprov  
Glasfiberväv 112 och 181